



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **05022601 A**(43) Date of publication of application: **29.01.93**

(51) Int. Cl.

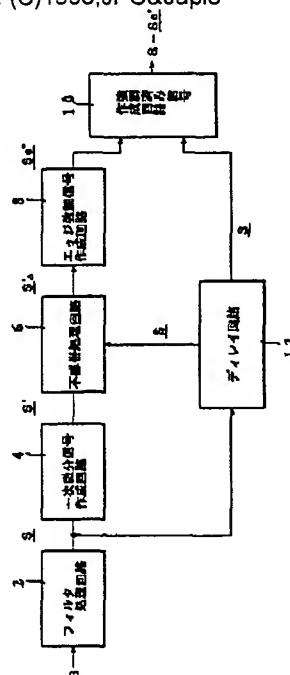
H04N 1/40
H04N 5/208
(21) Application number: **03171330**(71) Applicant: **DAINIPPON SCREEN MFG CO LTD**(22) Date of filing: **11.07.91**(72) Inventor: **YAMAGUCHI MINETOSHI****(54) METHOD AND DEVICE FOR EMPHASIZING CONTOUR****(57) Abstract:**

PURPOSE: To attain the contour emphasizing method/device which is free from the deterioration of the contour emphasizing degree and also free from the occurrence of the double and triple contours.

CONSTITUTION: The sharp signal S which is converted into an electric signal by an image sensor undergoes the filter processing like the average processing, etc., through a filter processing circuit 2 after such processing operations as the log conversion, the A/D conversion, the shading correction, etc. Thus the signal S undergone the filter processing is obtained and then differentiated in the prescribed direction by a primary differential signal production circuit 4. Thus the primary differential signal S' of a noted picture element is obtained. Then the signal S' undergoes the blind sector processing through a blind sector processing circuit 6 and then undergoes the secondary differentiation in the prescribed direction again through an edge emphasis signal production circuit 8. Thus an edge emphasis signal Se" is obtained after the average processing of the signal S'. Then the signal S undergone the filter processing is outputted together with a signal S-Se" which is operated and emphasized by

an emphasized signal production circuit 10. A delay circuit 12 functions to control the timing of the averaged sharp signal S in principle.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio



特開平5-22601

(43)公開日 平成5年(1993)1月29日

(51)Int.Cl.⁵H 0 4 N 1/40
5/208

識別記号

1 0 1 D

庁内整理番号

9068-5C
8626-5C

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数6(全 20 頁)

(21)出願番号

特願平3-171330

(22)出願日

平成3年(1991)7月11日

(71)出願人 000207551

大日本スクリーン製造株式会社
京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁
目天神北町1番地の1

(72)発明者 山口 峰利

京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁
目天神北町1番地の1 大日本スクリーン
製造株式会社内

(74)代理人 弁理士 古谷 栄男

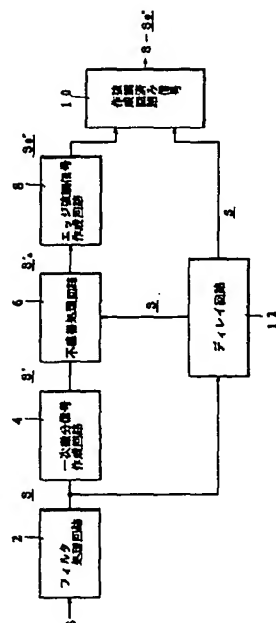
(54)【発明の名称】 輪郭強調方法及び輪郭強調装置

(57)【要約】

(修正有)

【目的】輪郭強調の度合いを低下させることなく、かつ2重・3重に輪郭が生じることのない方法及び装置を提供する。

【構成】イメージセンサにて電気信号に変換されたシャープ信号Sは、ログ変換、A/D変換、シェーディング補正等の処理後、フィルタ処理回路2によって平均処理等のフィルタ処理が行われ、フィルタ処理済みシャープ信号Sが作成され、これが1次微分信号作成回路4により所定方向に方向微分され、注目画素の1次微分信号S'が作成される。不感帯処理回路6で不感帯処理された1次微分信号は、エッジ強調信号作成回路8で再度所定方向に2次微分及びその平均化処理によりエッジ強調信号Se"が作成され、これとフィルタ処理済みシャープ信号とが強調済み信号作成回路10にて演算され、強調済み信号のS-Se"を出力する。ディレイ回路12は、原則的に平均化されたシャープ信号Sのタイミング調整に使われる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】原稿画像を読み取って得られた注目画素の濃度を表すシャープ信号及び注目画素の所定の範囲の周辺の周辺画素のシャープ信号をフィルタ処理して、注目画素におけるフィルタ処理済みシャープ信号を作成し、フィルタ処理済みシャープ信号を所定の方向に方向微分して、注目画素における1次微分信号を作成し、1次微分信号を再度所定の方向に方向微分して、注目画素における2次微分信号を作成し、各方向における2次微分信号を平均化してエッジ強調信号を作成し、フィルタ処理済みシャープ信号とエッジ強調信号とを演算して、注目画素における強調済み信号を作成することを特徴とする輪郭強調方法。

【請求項2】原稿画像を読み取って得られた注目画素の濃度を表すシャープ信号及び注目画素の所定の範囲の周辺の周辺画素のシャープ信号をフィルタ処理して、注目画素におけるフィルタ処理済みシャープ信号を作成し、フィルタ処理済みシャープ信号を所定の方向に方向微分して、注目画素における1次微分信号を作成し、1次微分信号を不感帯処理し、注目画素における不感帯処理済みの1次微分信号を作成し、不感帯処理済みの1次微分信号を再度所定の方向に方向微分して、注目画素における2次微分信号を作成し、各方向における2次微分信号を平均化してエッジ強調信号を作成し、シャープ信号又はフィルタ処理済みシャープ信号とエッジ強調信号とを演算して、注目画素における強調済み信号を作成することを特徴とする輪郭強調方法。

【請求項3】前記フィルタ処理済みシャープ信号を方向微分したものを、さらに所定の方向に方向平均して、注目画素における1次微分信号とすることを特徴とする請求項1又は請求項2の輪郭強調方法。

【請求項4】原稿画像を読み取って得られた注目画素の濃度を表すシャープ信号及び注目画素の所定の範囲の周辺の周辺画素のシャープ信号をフィルタ処理して、注目画素におけるフィルタ処理済みシャープ信号を作成するフィルタ処理回路と、フィルタ処理済みシャープ信号を所定の方向に方向微分して、注目画素における1次微分信号を作成する1次微分信号作成回路と、1次微分信号を再度所定の方向に方向微分して、注目画素における2次微分信号を作成し、各方向における2次微分信号を平均化してエッジ強調信号を作成するエッジ強調信号作成回路と、フィルタ処理済みシャープ信号とエッジ強調信号とを演算して、注目画素における強調済み信号を作成する強調済み信号作成回路と、を備えることを特徴とする輪郭強調装置。

【請求項5】原稿画像を読み取って得られた注目画素の濃度を表すシャープ信号及び注目画素の所定の範囲の周

辺の周辺画素のシャープ信号をフィルタ処理して、注目画素におけるフィルタ処理済みシャープ信号を作成するフィルタ処理回路と、

フィルタ処理済みシャープ信号を所定の方向に方向微分して、注目画素における1次微分信号を作成する1次微分信号作成回路と、

1次微分信号を不感帯処理し、注目画素における不感帯処理済みの1次微分信号を作成する不感帯処理回路と、不感帯処理済みの1次微分信号を再度所定の方向に方向微分して、注目画素における2次微分信号を作成し、各方向における2次微分信号を平均化してエッジ強調信号を作成するエッジ強調信号作成回路と、

シャープ信号又はフィルタ処理済みシャープ信号とエッジ強調信号とを演算して、注目画素における強調済み信号を作成する強調済み信号作成回路とを備えることを特徴とする輪郭強調装置。

【請求項6】前記1次微分信号作成回路は、前記方向微分したものを、さらに所定の方向に方向平均して注目画素における1次微分信号とすることを特徴とする請求項4又は請求項5の輪郭強調装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、製版用のスキャナ等の画像走査記録装置に用いられる輪郭強調方法及び輪郭強調装置に関する。

【0002】

【従来の技術】図18に従来の輪郭強調装置を示す。

【0003】原稿を走査して読み取られた画素ごとのシャープ信号Sは、アンシャープ信号作成回路202に与えられる。ここで、シャープ信号Sは、デジタル信号であり、その値で原稿の濃度を表す。原稿の明暗の部分而走査した場合には、シャープ信号Sのレベルは図19(1)に示すようになる。アンシャープ信号作成回路202では、シャープ信号Sを単純平均あるいは加重平均等の平均化を行い、シャープ信号Sからアンシャープ信号Uが作成される。アンシャープ信号U(X15,Y15)は、注目画素におけるシャープ信号S(X15,Y15)に対応するもので、例えば、注目画素及び注目画素周辺の31×31個の矩形の範囲のシャープ信号S(X=0,Y=0), ..., S(X=30,Y=30)を平均化したものである。したがって、アンシャープ信号Uは、図19(2)に示すようになる。シャープ信号S及びアンシャープ信号Uは、減算器204に与えられ、輪郭強調を行うための差信号(S-U)が作成される(図19(3)参照)。この差信号(S-U)は、係数器206に与えられ、適当な係数を乗算することによりエッジ強調信号k・(S-U)が作成される(図19(4)参照)。このエッジ強調信号k・(S-U)は、原稿の黒から白に急峻に変化する部分α1及び原稿の白から黒に急峻に変化する部分α2にそれぞれ対応して生成される(図19(4)のβ1, β2参照)。シャープ信号S

及びエッジ強調信号 $k \cdot (S - U)$ は、加算器208に与えられ、両信号の和から強調済み信号 $S + k \cdot (S - U)$ が作成される(図19(5)参照)。

【0004】この強調済み信号 $S + k \cdot (S - U)$ では、原稿の黒から白に急峻に変化する部分 $\alpha 1$ 及び原稿の白から黒に急峻に変化する部分 $\alpha 2$ にそれぞれ対応して、濃度差がより強調されている。したがって、原稿画像の輪郭が強調され、見掛上で明瞭な再生画像を得ることができる。

【0005】ところで、原稿がフィルム等である場合には、粒状性等のためにシャープ信号 S にノイズ成分が含まれてしまうことがある。したがって、シャープ信号 S にノイズ成分が含まれている場合に、図18に示した輪郭強調装置および輪郭強調方法で輪郭強調を行うと、ノイズ成分の部分も強調してしまうため、ノイズが目立ってしまうという欠点があった。

【0006】このノイズの強調を防止するため、図20、図22の輪郭強調装置が考えられている。

【0007】図20の輪郭強調装置では、シャープ信号 S は、平均化回路210にも与えられる。平均化回路210では、例えば、注目画素及び注目画素周辺の 15×15 個の矩形の範囲のマスク中のシャープ信号 S から平均化されたシャープ信号 S を作成するようにしている。平均化回路210では、シャープ信号 S を単純平均あるいは加重平均等の平均化を行い、シャープ信号 S から平均化されたシャープ信号 S が作成される。したがって、シャープ信号 S にノイズが含まれている場合であっても(図21(1)参照)、ノイズ成分が平均化され、平均化されたシャープ信号 S にはノイズ成分がほぼ含まれないことになる(図21(2)参照)。このシャープ信号 S よりも広い範囲で平均化したアンシャープ信号 U にも、ノイズ成分が含まれないことになる(図21(3)参照)。

【0008】平均化されたシャープ信号 S 及びアンシャープ信号 U は、減算器204に与えられ、差信号 $(S - U)$ が作成され(図21(4)参照)、係数器206でエッジ強調信号 $k \cdot (S - U)$ が作成される(図21(5)参照)。平均化されたシャープ信号 S 及びエッジ強調信号 $k \cdot (S - U)$ は、加算器208に与えられ、両信号の和から強調済み信号 $S + k \cdot (S - U)$ が作成される(図21(6)参照)。

【0009】この強調済み信号 $S + k \cdot (S - U)$ においても、原稿の黒から白に急峻に変化する部分 $\alpha 1$ 及び原稿の白から黒に急峻に変化する部分 $\alpha 2$ にそれぞれ対応して、濃度差がより強調されている(図21(6)の $\delta 1$ 、 $\delta 2$ 参照)。したがって、ノイズを強調することなく輪郭を強調することができる。

【0010】図22の輪郭強調装置では、係数器206から出力されたエッジ強調信号 $k \cdot (S - U)$ (図23(3)参照)は、不感帯処理回路212に与えられる。不感帯処理回路212は、不感帯 Δ の範囲のレベルの信号は除去

し、不感帯 Δ を超えるレベルの信号のみ通過させるものである。この不感帯 Δ は、ノイズ成分のレベルの最大値(図23(1)参照)より少し大きく定められている。不感帯処理回路212は、エッジ強調信号 $k \cdot (S - U)$ から不感帯 Δ の範囲の信号を除去し、不感帯 Δ を超えるレベルの不感帯処理済みのエッジ強調信号 $k \cdot (S - U)$ Δ を出力する(図23(4)参照)。

【0011】したがって、不感帯処理回路212は、シャープ信号 S のノイズの部分でエッジ強調信号 $k \cdot (S - U)$ Δ を出力することではなく、原稿の黒から白に急峻に変化する部分 $\alpha 1$ 及び原稿の白から黒に急峻に変化する部分 $\alpha 2$ (図21(1)参照)にそれぞれ対応して、エッジ強調信号を出力する(図23(4)の参照)。

【0012】シャープ信号 S 及び不感帯処理済みのエッジ強調信号 $k \cdot (S - U)$ Δ は、加算器208に与えられ、両信号の和から強調済み信号 $S + k \cdot (S - U)$ Δ が作成される(図23(5)参照)。

【0013】この強調済み信号 $S + k \cdot (S - U)$ Δ においても、原稿の黒から白に急峻に変化する部分 $\alpha 1$ 及び原稿の白から黒に急峻に変化する部分 $\alpha 2$ にそれぞれ対応して、濃度差がより強調されている(図23(5)の $\delta 1$ 、 $\delta 2$ 参照)。したがって、ノイズをそのままにして輪郭を強調することができる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかし、図20、図21に示した輪郭強調装置及び輪郭強調方法では、エッジ強調信号の強調幅が広がるため(図21(5)参照)、強調済み信号 $S + k \cdot (S - U)$ の強調部分の傾きが緩くなってしまう。このため、輪郭強調の度合いが低下してしまう欠点があった。

【0015】図22、図23に示した輪郭強調装置及び輪郭強調方法では、不感帯処理済みのエッジ強調信号 $k \cdot (S - U)$ Δ にいわゆるゼロクロス歪が生じている(図23(4)の $\varepsilon 1$ 、 $\varepsilon 2$ 参照)。このため、強調済み信号 $S + k \cdot (S - U)$ Δ の輪郭強調部分に段が付き、2重・3重に輪郭が生じる欠点があった。

【0016】本発明は、上述の技術的課題を解決し、ノイズの強調を防止し、輪郭強調の度合いを低下させることなく、しかも、2重・3重に輪郭が生じることのない輪郭強調方法、輪郭強調装置を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】上述の技術的課題を解決するために本発明は以下の構成をとる。

【0018】すなわち、請求項1の輪郭強調方法は、原稿画像を読み取って得られた注目画素の濃度を表すシャープ信号及び注目画素の所定の範囲の周辺の周辺画素のシャープ信号をフィルタ処理して、注目画素におけるフィルタ処理済みシャープ信号を作成し、フィルタ処理済みシャープ信号を所定の方向に方向微分して、注目画素

における1次微分信号を作成し、1次微分信号を再度所定の方向に方向微分して、注目画素における2次微分信号を作成し、各方向における2次微分信号を平均してエッジ強調信号を作成し、フィルタ処理済みシャープ信号とエッジ強調信号とを演算して、注目画素における強調済み信号を作成することを特徴とする。

【0019】請求項2の輪郭強調方法は、原稿画像を読み取って得られた注目画素の濃度を表すシャープ信号及び注目画素の所定の範囲の周辺の周辺画素のシャープ信号をフィルタ処理して、注目画素におけるフィルタ処理済みシャープ信号を作成し、フィルタ処理済みシャープ信号を所定の方向に方向微分して、注目画素における1次微分信号を作成し、1次微分信号を不感帯処理し、注目画素における不感帯処理済みの1次微分信号を作成し、不感帯処理済みの1次微分信号を再度所定の方向に方向微分して、注目画素における2次微分信号を作成し、各方向における2次微分信号を平均してエッジ強調信号を作成し、シャープ信号又はフィルタ処理済みシャープ信号とエッジ強調信号とを演算して、注目画素における強調済み信号を作成することを特徴とする。

【0020】請求項3の輪郭強調方法は、請求項1又は請求項2のものにおいて、前記フィルタ処理済みシャープ信号を方向微分したものを、さらに所定の方向に方向平均して、注目画素における1次微分信号とすることを特徴とする。

【0021】請求項4の輪郭強調装置は、原稿画像を読み取って得られた注目画素の濃度を表すシャープ信号及び注目画素の所定の範囲の周辺の周辺画素のシャープ信号をフィルタ処理して、注目画素におけるフィルタ処理済みシャープ信号を作成するフィルタ処理回路と、フィルタ処理済みシャープ信号を所定の方向に方向微分して、注目画素における1次微分信号を作成する1次微分信号作成回路と、1次微分信号を再度所定の方向に方向微分して、注目画素における2次微分信号を作成し、各方向における2次微分信号を平均してエッジ強調信号を作成するエッジ強調信号作成回路と、フィルタ処理済みシャープ信号とエッジ強調信号とを演算して、注目画素における強調済み信号を作成する強調済み信号作成回路と、を備えることを特徴とする。

【0022】請求項5の輪郭強調装置は、原稿画像を読み取って得られた注目画素の濃度を表すシャープ信号及び注目画素の所定の範囲の周辺の周辺画素のシャープ信号をフィルタ処理して、注目画素におけるフィルタ処理済みシャープ信号を作成するフィルタ処理回路と、フィルタ処理済みシャープ信号を所定の方向に方向微分して、注目画素における1次微分信号を作成する1次微分信号作成回路と、1次微分信号を不感帯処理し、注目画素における不感帯処理済みの1次微分信号を作成する不感帯処理回路と、不感帯処理済みの1次微分信号を再度所定の方向に方向微分して、注目画素における2次微分

信号を作成し、各方向における2次微分信号を平均してエッジ強調信号を作成するエッジ強調信号作成回路と、シャープ信号又はフィルタ処理済みシャープ信号とエッジ強調信号とを演算して、注目画素における強調済み信号を作成する強調済み信号作成回路とを備えることを特徴とする。

【0023】請求項6の輪郭強調装置は、請求項4又は請求項5のものにおいて、前記1次微分信号作成回路は、前記方向微分したものを、さらに所定の方向に方向平均して注目画素における1次微分信号とすることを特徴とする。

【0024】

【作用】請求項1の輪郭強調方法及び請求項4の輪郭強調装置においては、フィルタ処理すると、シャープ信号にノイズ成分が含まれていてもフィルタ処理済みシャープ信号にはノイズ成分はほとんど含まれないようになる。

【0025】フィルタ処理済みシャープ信号を所定の方向に方向微分すると、変化の急峻なところ、すなわち、画像の暗から明へ及び明から暗への変化部で正に凸又は負に凸のピークを有する1次微分信号を得ることができる。

【0026】1次微分信号を再度所定の方向に方向微分すると、変化の急峻なところ、すなわち、1次微分信号のピークを缺んで、かつ、近傍に正に凸又は負に凸のピークを有する2次微分信号を得ることができ、各方向に対する2次微分信号を平均化することでエッジ強調信号を得ることができる。

【0027】次に、フィルタ処理済みシャープ信号とエッジ強調信号とを演算して、注目画素における強調済み信号を作成する。強調済み信号は、画像の暗から明へ及び明から暗への変化部の両端にピークを有する。しかも、変化部の傾きも急峻で、かつ、段差を有することがない。

【0028】請求項2の輪郭強調方法及び請求項5の輪郭強調装置においては、1次微分信号を不感帯処理すると、1次微分信号にノイズ成分が含まれたとしても、このノイズ成分は除去されることになる。

【0029】次に、シャープ信号又はフィルタ処理済みシャープ信号とエッジ強調信号とを演算して、注目画素における強調済み信号を作成する。強調済み信号は、画像の暗から明へ及び明から暗への変化部の両端にピークを有する。しかも、変化部の傾きも急峻で、かつ、段差を有することがない。また、ノイズ成分を強調することがより少なくなる。

【0030】請求項3の輪郭強調方法及び請求項6の輪郭強調装置は、請求項1又は請求項2の輪郭強調方法及び請求項4又は請求項5のものにおいて、フィルタ処理済みシャープ信号を方向微分したものを、さらに所定の方向に方向平均して注目画素における1次微分信号とす

10

20

30

40

50

るため、1次微分信号にノイズ成分が含まれたとしても、このノイズ成分は除去されることになる。したがって、ノイズ成分を強調することがより少なくなる。

【0031】

【実施例】以下、図面に基づいて本発明の実施例を説明する。

【0032】図1は、本発明の一実施例の輪郭強調装置のブロック図である。

【0033】この輪郭強調装置は、フィルタ処理回路2、1次微分信号作成回路4、不感帯処理回路6、エッジ強調信号作成回路8、強調済み信号作成回路10及びディレイ回路12を備える。

【0034】原稿を主走査方向X及び副走査方向Yに走査した画像は、イメージセンサによって電気信号に変換され、イメージセンサからシャープ信号Sが出力される。このシャープ信号Sは、原稿の主走査方向X及び副走査方向Yの各位置、すなわち、注目画素における原稿画像の濃度を表す。シャープ信号Sは、ログ変換、アナログ/デジタル変換、シェーディング補正等の処理後、輪郭強調装置のフィルタ処理回路2に与えられる。

【0035】—フィルタ処理回路2、フィルタ処理済みシャープ信号作成—

フィルタ処理回路2は、例えば、図2に示すように、主走査方向Xに15個及び副走査方向Yに15個の矩形形状の範囲のマスク中のシャープ信号Sを単純平均することによってフィルタ処理を行う。そしてこのフィルタ処理によって、注目画素におけるフィルタ処理済みシャープ信号Sを作成する。図2に示すように注目画素におけるシャープ信号を $S(X=7, Y=7)$ （以下単に $S(7,7)$ と記す。）、注目画素の所定の範囲のシャープ信号を $S(0,0)$ 、～、 $S(7,6)$ 、 $S(7,8)$ 、～、 $S(14,14)$ とすると、注目画素におけるフィルタ処理済みシャープ信号 $\underline{S(7,7)}$ は、 $(S(0,0) + \sim + S(7,6) + S(7,7) + S(7,8) + \sim + S(14,14)) / (15 \times 15)$ である。このフィルタ処理済みシャープ信号Sを作成するフィルタ処理回路2の具体的回路を図3に示す。

【0036】シャープ信号Sが順次送られるごとに、これらのシャープ信号Sはラッチ101にラッチされる。ラインバッファ104は、15個のラインメモリ104₀～104₁₄を備えている。ラインメモリ104₀～104₁₄は、64K画素分の記憶領域をそれぞれ有している。

【0037】いま、シャープ信号 $S(0,15)$ がラッチ101にラッチされたとする。このときラインバッファ104の内容は図4のようになっている。

【0038】まず、ラインメモリのアドレス「0」の内容 $[S(0,0) \sim S(0,15)]$ が読み出され、ラッチ105及びラッチ102にラッチされる。ラッチ105には15個のデータがすべてラッチされるが、ラッチ102にはラインメモリ104₀の内容を除いた14個のデータのみが保持される。

【0039】次に、ラッチ101に保持されていたシャープ信号 $S(0,15)$ とラッチ102に保持されている14個のデータ $(S(0,1) \sim S(0,14))$ とを合わせて、 $S(0,15)$ をラインメモリ104₁₄へ、 $S(0,14)$ をラインメモリ104₁₃へ、 $S(0,13)$ をラインメモリ104₁₂へ、というように順次ずらして書き込む。この動作は、繰り返し行われ、各ラインメモリ104₀～104₁₄のシャープ信号 \underline{S} 15個が1度に読み出され、ラッチ105により保持される。

【0040】ラッチ105に副走査方向Yの1ラインのシャープ信号Sが一時にラッチされるので、データセクタ106～ラッチ109で、副走査方向Yの各画素のシャープ信号Sの加算が1ラインごとに行われる。データセクタ106は、パラレル/シリアル変換を行い、1ラインに含まれる15個のシャープ信号Sを1つずつ順次出力する。例えば、ラッチ105がシャープ信号 $S(14,0)$ 、～、 $S(14,14)$ を出力した場合には、シャープ信号 $S(14,0)$ 、～、 $S(14,14)$ を1つずつ加算器107に順次出力する。

【0041】加算器107、ラッチ108では、まず、加算器107がシャープ信号 $S(14,0)$ を受け取り、これを出力すると、ラッチ108はシャープ信号 $S(14,0)$ をラッチし加算器107に戻す。次に、加算器107がシャープ信号 $S(14,0)$ とシャープ信号 $S(14,1)$ とを受け取り、これを加算して出力すると、ラッチ108はシャープ信号 $S(14,0) + S(14,1)$ をラッチし加算器107に戻す。これを繰り返し、加算器107及びラッチ108は、このシャープ信号 $S(14,0)$ 、～、 $S(14,14)$ を順次累積加算する。1ライン分の累積加算が終了すると、ラッチ109は、累積加算の累積結果 $\Sigma S14$ ($\Sigma S14 = S(14,0) + \sim + S(14,14)$)をラッチする。この動作は、繰り返し行われ、1ライン分の累積結果 $\Sigma S13$ 、 $\Sigma S12$ 、…が順次ラッチ109から出力される。なお、データセクタ106～ラッチ109の加算は、ラッチ105から次のラインのシャープ信号Sが出力されるまでに行われる。

【0042】ラッチ109で1ライン分の累積結果が順次求められたので、ディレイ110～ラッチ115で主走査方向Xに連続する15個の累積結果の累積結果を求め、シフタ116で平均値を求める。ラッチ109が $\Sigma S15$ をラッチしているときには、ラッチ109は、先行する累積結果 $\Sigma S14$ 、 $\Sigma S13$ 、…、 $\Sigma S0$ を既に出力している。このとき、加算器113及びラッチ114で先行する15個の各累積結果 $\Sigma S14 \sim \Sigma S0$ を累積加算している。したがって、ラッチ115は、15個の各累積結果の累積結果 Σ ($\Sigma S14 \sim \Sigma S0$)を既にラッチしている。したがって、ラッチ115には、 15×15 のマスクのシャープ信号Sの総和が求められている。この総和 Σ ($\Sigma S14 \sim \Sigma S0$)をシフタ116において、桁合わせのためLSB方向に任意のビット数シフトさせる。これによって、フィルタ処理済みシャープ信号 \underline{S} ($\underline{S} = \Sigma (\Sigma S14 \sim \Sigma S0) / (15 \times 15)$)が求められる。このシャープ信号 \underline{S} は、シャープ

信号 $S(7,7)$ を注目画素とした場合に、これに対応するフィルタ処理済みシャープ信号 $S(7,7)$ である。

【0043】なお、ディレイ110は、15個の記憶領域を備え、この記憶領域にラッチ109が過去に出力した先行する15個の累積結果 $\Sigma S14 \sim \Sigma S0$ を既に記憶している。ラッチ109が累積結果 $\Sigma S15$ を出力すると、ディレイ110は、この最新の累積結果 $\Sigma S15$ を記憶するとともに、最も古い累積結果 $\Sigma S0$ を出力する。この累積結果 $\Sigma S0$ は、符号変換111で負 ($-\Sigma S0$) にされる。データセクタ112は、ラッチ109の出力「 $\Sigma S15$ 」と、符号変換111の出力「 $-\Sigma S0$ 」とを交互に切り換えて加算器113に出力する。この「 $\Sigma S15$ 」と、「 $-\Sigma S0$ 」は、加算器113及びラッチ114で累積加算される ($\Sigma(\Sigma S14 \sim \Sigma S0) + \Sigma S15 - \Sigma S0 = \Sigma(\Sigma S15 \sim \Sigma S1)$)。これによって、シフト116において、シャープ信号 $S(8,7)$ を注目画素とした場合におけるフィルタ処理済みシャープ信号 $S(8,7)$ が求められる。この動作が繰り返し行われ、フィルタ処理済みシャープ信号 $S(8,7)$ 、 $S(9,7)$ 、…が順次高速に求めることができる。

【0044】ここで、原稿の暗部と明部とを走査した場合において、原稿に粒状性がないときには、シャープ信号 S にノイズ成分は含まれない (図5A(1)参照)。原稿の暗部を走査している場合には、シャープ信号 S のレベルは低い (図5A(1)の $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ 参照)。原稿の明部を走査している場合には、シャープ信号 S のレベルは高い (図5A(1)の $\alpha 3$ 参照)。そして、原稿の明部と暗部との境のエッジ部では、このエッジ部に対応する位置でシャープ信号 S のレベルが急峻に変わる (図5A(1)の $\alpha 4$ 、 $\alpha 5$ 参照)。このノイズ成分を含まないシャープ信号 S をフィルタ処理すると、フィルタ処理のため、多少などらかにはなるが、シャープ信号 S のエッジ部 $\alpha 4$ 、 $\alpha 5$ に対応する位置にフィルタ処理済みシャープ信号 S のエッジ部 $\beta 4$ 、 $\beta 5$ を得ることができる。

【0045】一方、原稿に粒状性があるときには、この粒状性のためシャープ信号 S にノイズ成分が含まれている (図5B(1)参照)。このノイズ成分のレベルは、ログ変換のため、シャープ信号 S のレベルの低い部分 $\alpha 1$ 、 $\alpha 2$ で大きく表れ、シャープ信号 S のレベルの高い部分 $\alpha 3$ で小さく表れる。このノイズ成分を含むシャープ信号 S をフィルタ処理すると、フィルタ処理のためノイズ成分が平均化され、フィルタ処理済みシャープ信号 S にノイズ成分がほぼ含まれないようになる (図5B(2)の $\beta 1$ 、 $\beta 2$ 、 $\beta 3$ 参照)。また、シャープ信号 S のエッジ部 $\alpha 4$ 、 $\alpha 5$ に対応する位置にフィルタ処理済みシャープ信号 S のエッジ部 $\beta 4$ 、 $\beta 5$ を得ることができる。したがって、フィルタ処理すると、シャープ信号 S にノイズ成分が含まれていても、フィルタ処理済みシャープ信号 S においてノイズの影響をほぼなくすることができる。しかし、ノイズ成分のレベルが非常に大きい場合には、ノイズ成分の影響が残り、ノイズ成分の影響のためレベル

の低いフィルタ処理済みシャープ信号 S に多少のうねりが生じる (図5B(2)の $\beta 6$ 、 $\beta 7$ 参照)。このフィルタ処理済みシャープ信号 S は、1次微分信号作成回路4及びディレイ回路12に与えられる。

【0046】-1次微分信号作成回路4、1次微分信号 S' ・方向平均した1次微分信号 S' 作成-

1次微分信号作成回路4は、例えば、図6に示すように主走査方向 X に3つ及び副走査方向 Y に3つの矩形の範囲を1つのマスクとする。このマスク中に含まれるフィルタ処理済みシャープ信号 S を $X=1$ 、 $Y=1$ を中心として所定方向、例えば、主走査方向 X 、副走査方向 Y 、並びに、主走査方向 X 及び副走査方向 Y の間の斜め方向 (右上がり方向、左上がり方向) の4方向に方向微分する。そして、4方向注目画素における1次微分信号 S' を作成する。また、同様に、このマスク中に含まれる1次微分信号 S' を $X=1$ 、 $Y=1$ を中心としてさらに4方向に方向平均して、1次微分信号 S' を作成する。この1次微分信号 S' 及び1次微分信号 S' を作成する1次微分信号作成回路4の具体的回路を図7に示す。図7において、ラッチ117〜加算器135が4方向の1次微分信号 S' を作成する部分であり、方向平均回路190、〜、方向平均回路193が4方向の1次微分信号 S' を作成する部分である。

【0047】まず、4方向の1次微分信号 S' を作成するラッチ117〜加算器135について説明する。フィルタ処理回路2からフィルタ処理済みシャープ信号 S が順次送られてくると、これらのフィルタ処理済みシャープ信号 S は、ラッチ117にラッチされる。ラインバッファ120は、3個のラインメモリ120₀、〜、120₂を備えている。各ラインメモリ120₀、〜、120₂は、64K画素分の記憶領域を有している。この記憶領域にラッチ117によってラッチされた平均化済のシャープ信号 S は、ラインメモリ120₀のアドレス「0」から記憶される。ラッチ117、〜、ラッチ121の動作は、前述したフィルタ処理回路2のラッチ101〜ラッチ105の動作と同様に動作するが、ラインバッファ120の3つのラインメモリ120₀、〜、120₂で行われる点で異なる。

【0048】4方向の1次微分信号 S' を作成するにあたって、微分しやすいように、ラッチ117〜ラッチ121でフィルタ処理済みシャープ信号 S が揃えられる。フィルタ処理済みシャープ信号 $S(7,7)$ がラインメモリ120₁のアドレス「7」に記憶されている場合には (図8参照)、他のフィルタ処理済みシャープ信号 $S(6,6)$ 、〜、 $S(8,8)$ は、ラインメモリ120₀〜120₃のアドレス「6」〜アドレス「8」にそれぞれ記憶されている。ラッチ121は、フィルタ処理済みシャープ信号 $S(6,8)$ 、 $S(7,8)$ 、 $S(8,8)$ 、 $S(6,7)$ 、 $S(7,7)$ 、 $S(8,7)$ 、 $S(6,6)$ 、 $S(7,6)$ 、 $S(8,6)$ 、…を3つずつラインごとにラッチして出力する。

【0049】データセクタ122、〜、加算器135は、4

方向にそれぞれ方向微分する部分である。この方向微分は、減算によって行われる。データセクタ122は、ラッチ121から出力されたラインメモリ120₀におけるフィルタ処理済みシャープ信号 $S(6,8)$, $S(6,7)$, $S(6,6)$, ... をライン122 a に出力する。また、ラインメモリ120₁, 120₂におけるフィルタ処理済みシャープ信号 $S(7,8)$, $S(7,7)$, $S(7,6)$, ..., $S(8,8)$, $S(8,7)$, $S(8,6)$, ... をライン122 b, 122 c にそれぞれ出力する。

【0050】ディレイ123、～、ディレイ125は、フィルタ処理済みシャープ信号 S を2つ記憶する記憶領域をそれぞれ有し、FIFO動作を行う。ディレイ126、ディレイ127は、フィルタ処理済みシャープ信号 S を1つ記憶する記憶領域をそれぞれ有する。ラッチ121に副走査方向Yに1ラインのフィルタ処理済みシャープ信号 $S(6,6)$, $S(7,6)$, $S(8,6)$ がラッチされている場合(図8参照)、ディレイ123にはフィルタ処理済みシャープ信号 $S(8,8)$, $S(8,7)$ が記憶されており、ディレイ127にはフィルタ処理済みシャープ信号 $S(8,7)$ が記憶されている。ディレイ124には、フィルタ処理済みシャープ信号 $S(7,8)$, $S(7,7)$ が記憶されている。ディレイ125にはフィルタ処理済みシャープ信号 $S(6,8)$, $S(6,7)$ が記憶されており、ディレイ126にはフィルタ処理済みシャープ信号 $S(6,7)$ が記憶されている。データセクタ122からフィルタ処理済みシャープ信号 $S(6,6)$, $S(7,6)$, $S(8,6)$ が出力されると、ディレイ123、～、ディレイ127は、これを記憶するとともに、最古のフィルタ処理済みシャープ信号 $S(8,8)$, $S(7,8)$, $S(6,8)$, $S(6,7)$, $S(8,7)$ をそれぞれ出力する。ディレイ123、～、ディレイ126の出力は、符号変換128、～、符号変換131によって負にされ、加算器132、～、加算器135にそれぞれ与えられる。ディレイ127の出力は、直接、加算器135に与えられる。

【0051】加算器132は、符号変換128の出力 $(-S(8,8))$ と、ライン122 a を介するデータセクタ122の出力 $(S(6,6))$ を加算する $(-S(8,8) + S(6,6))$ 。この加算結果は、シャープ信号 $S(7,7)$ を注目画素とした場合に、これに対応するフィルタ処理済みシャープ信号 $S(7,7)$ を夾む右下がり方向の減算である。したがって、右下がり方向における偏微分、すなわち、右下がり方向における1次微分信号 $S(7,7)'$ を表す。加算器133は、符号変換129の出力 $(-S(7,8))$ と、ライン122 b を介するデータセクタ122の出力 $(S(7,6))$ を加算する $(-S(7,8) + S(7,6))$ 。この加算結果は、シャープ信号 $S(7,7)$ を注目画素とした場合のフィルタ処理済みシャープ信号 $S(7,7)$ を夾む減算である。したがって、主走査方向Xにおける偏微分、すなわち、主走査方向Xにおける1次微分信号 $S(7,7)'$ を表す。

【0052】加算器134は、符号変換130の出力 $(-S(6,8))$ と、ライン122 c を介するデータセクタ122の出力 $(S(8,6))$ を加算する $(-S(6,8) + S(8,6))$ 。

この加算結果は、シャープ信号 $S(7,7)$ を注目画素とした場合のフィルタ処理済みシャープ信号 $S(7,7)$ を夾む右上がり方向における区間の減算である。したがって、右上がり方向における偏微分、すなわち、右上がり方向における1次微分信号 $S(7,7)'$ を表す。加算器135は、符号変換131の出力 $(-S(6,7))$ と、ディレイ127の出力 $(S(8,7))$ を加算する $(-S(6,7) + S(8,7))$ 。この加算結果は、シャープ信号 $S(7,7)$ を注目画素とした場合のフィルタ処理済みシャープ信号 $S(7,7)$ を夾む副走査方向Yにおける区間の減算である。したがって、副走査方向Yにおける偏微分、すなわち、副走査方向Yにおける1次微分信号 $S(7,7)'$ を表す。この動作は繰り返し行われ、加算器132、～、加算器135から4方向の1次微分信号 $S(7,7)'$, $S(7,6)'$, ... がそれぞれ順次出力される。4方向の1次微分信号 S' は、方向平均回路190、～、方向平均回路193にそれぞれ与えられる。

【0053】次いで、1次微分信号 S' を作成する方向平均回路190、～、方向平均回路193について説明する。方向平均回路190は、右下がり方向の1次微分信号 S' を右下がり方向に方向平均し、右下がり方向の1次微分信号 S' を作成する。方向平均回路191, 192, 193は、主走査方向X、右下がり方向及び副走査方向Yについて、方向平均回路190と同様に1次微分信号 S' を作成する。各方向平均回路190, ～, 193は、ほぼ同様に構成されているので、方向平均回路190の具体的回路を図9に示す。

【0054】加算器132から右下がり方向の1次微分信号 S' が順次送られてくるとに、これらの1次微分信号 S' は、ラッチ136に順次ラッチされる。ラインバッファ139は、ラインバッファ120と同様に3個のラインメモリ139₀, ～, 139₂を備えている。各ラインメモリ139₀, ～, 139₂は、64K画素分の記憶領域を有している。この記憶領域にラッチ136によってラッチされた右下がり方向の1次微分信号 S' は、ラインメモリ139₀のアドレス「0」に記憶される。ラッチ136、～、ラッチ141の動作は、フィルタ処理回路2のラッチ101、～、ラッチ105、1次微分信号作成回路4のラッチ117、～、ラッチ121とほぼ同様に動作するが、アドレス変換140によってアドレス変換が行われる点で異なる。

【0055】右下がり方向の1次微分信号 $S(7,7)'$ がラインメモリ139₁のアドレス「7」に記憶されている場合には、他の周囲の1次微分信号 $S(6,6)'$, ～, $S(8,8)'$ は、ラインメモリ139₀～139₂のアドレス「6」～アドレス「8」にそれぞれ記憶されている。アドレス発生器138がアドレス「7」をアドレス指定した場合、アドレス変換140は、ラインメモリ139₀に対しては「1」デクリメントし、ラインメモリ139₁に対してはそのまま出力し、ラインメモリ139₂に対しては「1」インクリメントして出力する。

【0056】この場合、ラッチ141は、ラインバッファ1

39から出力された右下がり方向の1次微分信号 $S(6,6)'$ 、 $S(7,7)'$ 、 $S(8,8)'$ を3つラッチして出力する。ラッチ141から出力された1次微分信号 $S(6,6)'$ 、 $S(7,7)'$ 、 $S(8,8)'$ は、データセクタ142によってパラレル/シリアル変換され、加算器143及びラッチ144によって順次累積加算され($S(6,6)' + S(7,7)' + S(8,8)' = \Sigma S7'$)、加算結果 $\Sigma S7'$ がラッチ145にラッチされる。右下がり方向の加算結果が求められたので、シフタ146において桁合わせのためLSB方向に任意のビット数シフトさせる。これによって、さらに右下がり方向に方向平均した右下がり方向の1次微分信号 $S(7,7)'$ ($S(7,7)' = \Sigma S7' / 3$)が求められる。この1次微分信号 $S(7,7)'$ は、ラッチ147にラッチされる。

【0057】なお、方向平均回路191、192、193においては、アドレス指定がアドレス変換140によって主走査方向X、右上がり方向及び副走査方向Yに変換される点が異なるだけである。したがって、方向平均回路191は、さらに主走査方向Xに方向平均した主走査方向Xの1次微分信号 $S(7,7)'$ ($S(7,7)' = (S(7,6)' + S(7,7)' + S(7,8)') / 3 = \Sigma S7' / 3$)を出力する。方向平均回路192は、さらに右上がり方向に方向平均した右上がり方向の1次微分信号 $S(7,7)'$ ($S(7,7)' = (S(6,8)' + S(7,7)' + S(8,6)') / 3 = \Sigma S7' / 3$)を出力する。また、方向平均回路193は、さらに副走査方向Yに方向平均した副走査方向Yの1次微分信号 $S(7,7)'$ ($S(7,7)' = (S(6,7)' + S(7,7)' + S(8,7)') / 3 = \Sigma S7' / 3$)を出力する。

【0058】この動作は繰り返し行われ、方向平均回路190、～、方向平均回路193から右下がり方向、主走査方向X、右上がり方向及び副走査方向Yの1次微分信号 $S(7,7)'$ 、 $S(7,6)'$ 、…が順次出力される。

【0059】ここで、1次微分信号 S' は、フィルタ処理済みシャープ信号 S の傾きを表す。したがって、シャープ信号 S にノイズ成分が含まれていない場合(図5A(1)参照)には、このフィルタ処理済みのシャープ信号 S のエッジ部 $\beta 4$ に対応する位置に上に凸(図5A(3)の $\gamma 4$ 参照)、エッジ部 $\beta 5$ に対応する位置に下に凸(図5A(3)の $\gamma 5$ 参照)の1次微分信号 S' を得ることができる。また、この1次微分信号 S' をさらに方向平均すると、多少なだらかになるが、1次微分信号 S' の凸部 $\gamma 4$ に対応する位置に上に凸(図5A(4)の $\delta 4$ 参照)、下に凸(図5A(3)の $\delta 5$ 参照)の方向平均した1次微分信号 S' を得ることができる。この1次微分信号 S' の凸部 $\gamma 4$ 、 $\gamma 5$ 及び1次微分信号 S' の凸部 $\delta 4$ 、 $\delta 5$ は、シャープ信号 S のエッジ部 $\alpha 4$ 、 $\alpha 5$ の位置にもそれぞれ対応する。

【0060】一方、シャープ信号 S にノイズ成分が含まれている場合(図5B(1)参照)においても、ノイズ成分にほとんど影響されずに、フィルタ処理済みのシャ-

プ信号 S のエッジ部 $\beta 4$ に対応する位置に上に凸(図5B(3)の $\gamma 4$ 参照)、エッジ部 $\beta 5$ に対応する位置に下に凸(図5B(3)の $\gamma 5$ 参照)の1次微分信号 S' を得ることができる。また、この1次微分信号 S' をさらに方向平均すると、多少なだらかになるが、1次微分信号 S' の凸部 $\gamma 4$ に対応する位置に上に凸(図5A(4)の $\delta 4$ 参照)、下に凸(図5A(3)の $\delta 5$ 参照)の方向平均した1次微分信号 S' を得ることができる。しかし、ノイズ成分のレベルが非常に大きい場合には、シャープ信号 S のうねり $\beta 6$ 、 $\beta 7$ に対応する位置にわずかなレベルの凸部 $\gamma 6$ 、 $\gamma 7$ が生じる。このため、この1次微分信号 S' をさらに方向平均すると、凸部 $\gamma 6$ 、 $\gamma 7$ が平均化され、1次微分信号 S' がほぼ含まれないようになり、また、たとえ含まれてもわずかなレベルとなる(図5B(4)の $\delta 6$ 、 $\delta 7$ 参照)。この4方向の1次微分信号 S' は、不感帯処理回路6のルックアップテーブル148a、～、148dにそれぞれ与えられる(図10参照)。

【0061】—ディレイ回路12—

フィルタ処理回路2から出力された平均化済みのシャープ信号 S は、ディレイ回路12に与えられる。ディレイ回路12は、原則的に、平均化されたシャープ信号 S のタイミングを調整して、強調済み信号作成回路10に与えるためのものである。また、不感帯処理回路6及び強調済み信号作成回路10における多様な処理にも用いられる。

【0062】図12にディレイ回路12の具体的な回路を示す。1次微分信号作成回路4のラインバッファ120において、注目画素の平均化されたシャープ信号 S が入力されてから出力されるまで、主走査方向Xに2ラインの画素分の遅延が生じる(64K×2)。また、ラインバッファ139において、注目画素の1次微分信号 S' が入力されてから出力されるまで、主走査方向Xに2ラインの画素分の遅延が生じる(64K×2)。このため、この注目画素が方向平均回路190、～、193から出力されるときには、主走査方向Xに4ラインの画素分の遅延が生じる(64K×4)。したがって、バッファメモリ184は、4個のラインメモリ184₀、～、184₃を備えている。各ラインメモリ184₀、～、184₃は、64K画素分の記憶領域を有している。

【0063】平均化されたシャープ信号 $S(7,7)$ が1次微分信号作成回路4のラッチ117にラッチされたとき、この平均化されたシャープ信号 $S(7,7)$ は、ディレイ回路12のラッチ182にラッチされる。そして、ラインバッファ120のラインメモリを主走査方向Xに2ライン進むにつれて、バッファメモリ184のラインメモリ184₀、184₁の2ライン進む。1次微分信号 $S(7,7)'$ がラインバッファ139のラインメモリ139₀のアドレス「7」に記憶されるとき、シャープ信号 $S(7,7)$ はバッファメモリ184のラインメモリ184₂のアドレス「7」に記憶される。そして、ラインバッファ139のラインメモリを主走査方向Xに2ライン進むにつれて、バッファメモリ184のライン

メモリ184₂, 184₃の2ライン進む。1次微分信号S(7, 7)' が方向平均回路190, ~, 193のラッチ147にラッチされているとき、シャープ信号S(7, 7)はラッチ185にラッチされる。このシャープ信号S(7, 7)は、不感帯処理回路6のルックアップテーブル148a, ~, 148dにそれぞれ与えられる(図10参照)。したがって、不感帯処理回路6のルックアップテーブル148a, ~, 148dには、対応する画素のシャープ信号S(7, 7)及び1次微分信号S(7, 7)' が同時に与えられる。なお、後述するエッジ強調信号作成回路8においても、対応する注目画素が入力されてから出力されるまで、主走査方向Xに4ラインの画素分の遅延が生じる(64K×4:図14参照)。したがって、バッファメモリ188は、4個のラインメモリ188₀, ~, 188₃を備えている。各ラインメモリ188₀, ~, 188₃は、64K画素分の記憶領域を有している。このラッチ186, ~, ラッチ189でラッチ182~ラッチ185と同様に、主走査方向Xに4ラインの画素分の遅延が作成される(64K×4)。したがって、強調済み信号作成回路10には、対応する画素のシャープ信号S(7, 7)及び1次微分信号S(7, 7)' が同時に与えられることになる。

【0064】-不感帯処理回路6、不感帯処理済み1次微分信号S' Δ作成-

不感帯処理回路6は、図10に示すように、ルックアップテーブル148a, ~, 148dを備え、4方向の不感帯処理をそれぞれ行う。ルックアップテーブル148a, ~, 148dには、ディレイ回路12から平均化されたシャープ信号Sと4方向の1次微分信号S' がそれぞれ与えられる。なお、このシャープ信号Sと1次微分信号S' は、同じ注目画素のものである(例えば、S(7, 7)とS(7, 7)')。ルックアップテーブル148a, ~, 148dは、例えばROM等で構成されており、特性データを複数予め記憶した複数のテーブルを備えている。このルックアップテーブル148a, ~, 148dは、平均化されたシャープ信号Sと1次微分信号S' を入力の変数として、複数のテーブルの内のいずれかのテーブルを選択し、選択されたテーブルの特性データを出力する。この特性データには、不感帯Δ(図5A(3), (4)、図5B(3), (4)参照)が設けられている。1次微分信号S' のレベルが不感帯Δの間にある場合には、レベル「0」の信号、すなわち、不感帯処理済み1次微分信号S' Δを出力する。1次微分信号S' のレベルが不感帯Δを超えている場合には、超える部分に付いての信号、すなわち、不感帯処理済み1次微分信号S' Δを出力する。

【0065】シャープ信号Sにノイズ成分が含まれていない場合の1次微分信号S' (図5A(4)参照)がルックアップテーブル148a, ~, 148dに入力された場合、不感帯Δより低レベルの1次微分信号S' の凸部δ4, δ5の部分はカットされる。そして、高レベルの部分のみ出力される(図5A(5)のε4, ε5参照)。したがっ

て、不感帯処理済み1次微分信号S' Δは、1次微分信号S' の凸部δ4, δ5にそれぞれ対応する位置に凸部ε4, ε5の信号となる。

【0066】また、シャープ信号Sにノイズ成分が含まれている場合の1次微分信号S' (図5B(4)参照)がルックアップテーブル148a, ~, 148dに入力された場合においても、不感帯Δより低レベルの1次微分信号S' の凸部δ4, δ5の部分、及びうねりδ6, δ7の部分は、カットされてしまう。そして、高レベルの部分のみ出力される(図5B(5)のε4, ε5参照)。

【0067】したがって、不感帯処理済み1次微分信号S' Δは、1次微分信号S' の凸部δ4, δ5にそれぞれ対応する位置に凸部ε4, ε5の信号となる。これによって、ノイズ成分のレベルが非常に大きい場合においてもノイズ成分の影響が全くなくなる。この不感帯処理済み1次微分信号S' Δの凸部ε4, ε5は、1次微分信号S' の凸部γ4, γ5、1次微分信号S' の凸部δ4, δ5及びシャープ信号Sのエッジ部α4, α5の位置にもそれぞれ対応する(図5A(1), (2), (3)、図5B(1), (2), (3)参照)。

【0068】ここで、1次微分信号S' とともに対応する画素のシャープ信号Sをルックアップテーブル148a, ~, 148dに与えるようにしたのは、両信号によって入力データが増加し、この入力データを関数とすることによって不感帯処理済み1次微分信号S' Δの凸部ε4, ε5の形状を種々に変えることができるからである。特性データの値を変えることによって、例えば図11(1)に示すように1次微分信号S' Δの凸部ε4, ε5の高さ、幅を自在に変えることができ、また、その曲線の形状も自在に変えることができる。また、主走査方向X及び副走査方向Yと、右下がり方向及び右下がり方向の距離の差(2の平方根)の修正を行うこともできる。また、図11(2), (3)に示すように三角状にすることもできる。ただし、このような不感帯処理済み1次微分信号S' Δの凸部ε4, ε5の形状を種々の変化は、1次微分信号S' のデータだけでも十分に行える。したがって、シャープ信号Sが必ず必要となるものではなく、また、基本的には、ノイズ成分の影響による1次微分信号S' のうねりδ6, δ7が除去できれば十分である。4方向の不感帯処理済み1次微分信号S' Δは、エッジ強調信号作成回路8に与えられる。

【0069】-エッジ強調信号作成回路8、2次微分信号S''・方向平均化2次微分信号S''作成-
エッジ強調信号作成回路8の具体的回路を図13に示す。

【0070】4方向の不感帯処理済みの1次微分信号S' Δは、エッジ強調信号作成回路8の2次微分・方向平均回路194, 195, 196, 197にそれぞれ与えられる。2次微分・方向平均回路194, ~, 197は、前述した図6のマスク中に含まれる不感帯処理済みの1次微分信号S'

Δ を $X=1$, $Y=1$ を中心としてさらに4方向にそれぞれ方向微分する。そして、注目画素における2次微分信号 S'' を作成する。また、同様に、このマスク中に含まれる2次微分信号 S'' を $X=1$, $Y=1$ を中心として4方向に方向平均して、方向平均した方向平均化2次微分信号 S'' を作成するようにしている。なお、データセクタ170、～、ラッチ175は、4方向の方向平均化2次微分信号 S'' を平均し、エッジ強調信号を作成する部分である。

【0071】まず、方向平均化2次微分信号 S'' を作成する2次微分・方向平均回路194、～、197について説明する。各2次微分・方向平均回路194、～、197は、ほぼ同様に構成されているので、2次微分・方向平均回路194の具体的回路を図14に示す。図14において、ラッチ149、～加算器157が2次微分信号 S'' を作成する部分で、ラッチ158、～、ラッチ169が方向平均化2次微分信号 S'' を作成する部分である。

【0072】ルックアップテーブル148aから出力された右下がり方向の不感帯処理済みの1次微分信号 S' Δ が順次送られてくると、これらの不感帯処理済みの1次微分信号 S' Δ は、ラッチ149に順次ラッチされる。ラッチ149は、ラインバッファ139と同様に3個の64K画素分の記憶領域を有するラインメモリ1520、～、1522を備えている。ラッチ149、～、ラッチ154の動作は、1次微分信号作成回路4の方向平均回路190のラッチ136、～、ラッチ141と同様に動作する。

【0073】右下がり方向の不感帯処理済みの1次微分信号 S' Δ がラインメモリ1521のアドレス「7」に記憶されている場合には、他の周囲の不感帯処理済みの1次微分信号 $S(6,6)' \Delta$ 、～、 $S(8,8)' \Delta$ は、ラインメモリ1520～1522のアドレス「6」～アドレス「8」にそれぞれ記憶されている。アドレス発生器151がアドレス「7」をアドレス指定した場合、アドレス変換153は、ラインメモリ1520に対しては「1」デクリメントし、ラインメモリ1521に対してはそのまま出力し、ラインメモリ1522に対しては「1」インクリメントして出力する。

【0074】この場合、ラッチ154は、ラインバッファ152から出力された右下がり方向の不感帯処理済みの1次微分信号 $S(6,6)' \Delta$ 、 $S(7,7)' \Delta$ 、 $S(8,8)' \Delta$ を3つラッチして出力する。ラッチ141から出力されたこの1次微分信号 $S(6,6)' \Delta$ 、 $S(7,7)' \Delta$ 、 $S(8,8)' \Delta$ は、データセクタ155によって、1次微分信号 $S(6,6)' \Delta$ 、 $S(7,7)' \Delta$ 、 $S(8,8)' \Delta$ の内の1次微分信号 $S(6,6)' \Delta$ 、 $S(8,8)' \Delta$ が選択される。1次微分信号 $S(6,6)' \Delta$ は、直接、加算器157に与えられる。1次微分信号 $S(8,8)' \Delta$ は、符号変換156を介して負 ($-S(8,8)' \Delta$) にして加算器157に与えられる。加算器157は、データセクタ155の出力 ($S(6,6)' \Delta$) と符号変換156の出力 ($-S(8,8)' \Delta$) とを加算する ($S(6,6)' \Delta$

$-S(8,8)' \Delta$)。この加算結果は、シャープ信号 $S(7,7)$ を注目画素とした場合に、これに対応する1次微分信号 $S(7,7)' \Delta$ を夾む右下がり方向の減算である。したがって、右下がり方向における偏微分、すなわち、右下がり方向における2次微分信号 $S(7,7)''$ ($S(7,7)'' = S(6,6)' \Delta - S(8,8)' \Delta$) を表す。この動作は繰り返し行われ、右下がり方向における2次微分信号 $S(7,6)''$ 、 $S(7,5)''$ 、…が順次出力される。

【0075】右下がり方向の平均化された2次微分信号 S'' を作成するラッチ158、～、ラッチ169において、ラッチ158は、加算器157から出力された右下がり方向における2次微分信号 $S(7,6)''$ 、 $S(7,5)''$ 、…を順次ラッチする。ラインバッファ161は、3個のラインメモリ1610、～、1612を備えている。各ラインメモリ1610、～、1612は、64K画素分の記憶領域を有している。この記憶領域にラッチ158によってラッチされた右下がり方向の2次微分信号 S'' は、ラインメモリ1610に記憶される。ラッチ158、～、ラッチ169の動作は、1次微分信号作成回路4の方向平均回路190のラッチ136、～、ラッチ141と同様に動作する。

【0076】アドレス発生器160がアドレス「7」をアドレス指定した場合、アドレス変換162は、ラインメモリ1610に対しては「1」デクリメントし、ラインメモリ1611に対してはそのまま出力し、ラインメモリ1612に対しては「1」インクリメントして出力する。したがって、右下がり方向にアドレス指定される。右下がり方向の2次微分信号 S'' がラインメモリ1611のアドレス「7」に記憶されている場合には、他の周囲の2次微分信号 $S(6,6)''$ 、～、 $S(8,8)''$ は、ラインメモリ1610～1612のアドレス「6」～アドレス「8」にそれぞれ記憶されている。

【0077】この場合、ラッチ163は、ラインバッファ161から出力された右下がり方向の2次微分信号 $S(6,6)''$ 、 $S(7,7)''$ 、 $S(8,8)''$ を3つラッチして出力する。ラッチ163から出力された2次微分信号 $S(6,6)''$ 、 $S(7,7)''$ 、 $S(8,8)''$ は、データセクタ164によってパラレル/シリアル変換され、加算器165及びラッチ166によって順次累積加算され ($S(6,6)'' + S(7,7)'' + S(8,8)'' = \Sigma S7''$)、加算結果 $\Sigma S7''$ がラッチ167にラッチされる。右下がり方向の加算結果が求められたので、シフト168において桁合わせのためLSB方向に任意のビット数シフトさせる。これによって、さらに右下がり方向に方向平均した右下がり方向の2次微分信号 $S(7,7)'''$ ($S(7,7)''' = \Sigma S7'' / 3$) が求められる。この2次微分信号 $S(7,7)'''$ は、ラッチ169にラッチされる。

【0078】なお、2次微分・方向平均回路195、～、197においては、アドレス指定がアドレス変換153、162によって主走査方向X、右上がり方向及び副走査方向Yに変換される点が異なるだけである。したがって、2次微

分・方向平均回路195は、主走査方向Xの2次微分信号 $S(7,7)$ を作成し、さらに主走査方向Xに方向平均した主走査方向Xの2次微分信号 $S(7,7)$ ($S(7,7) = (S(7,6) + S(7,7) + S(7,8)) / 3 = \Sigma S7 / 3$) を出力する。2次微分・方向平均回路196は、右上がり方向の2次微分信号 $S(7,7)$ を作成し、さらに右上がり方向に方向平均した右上がり方向の2次微分信号 $S(7,7)$ ($S(7,7) = (S(6,8) + S(7,7) + S(8,6)) / 3 = \Sigma S7 / 3$) を出力する。また、2次微分・方向平均回路197は、副走査方向Yの2次微分信号 $S(7,7)$ を作成し、さらに副走査方向Yに方向平均した副走査方向Yの2次微分信号 $S(7,7)$ ($S(7,7) = (S(6,7) + S(7,7) + S(8,7)) / 3 = \Sigma S7 / 3$) を出力する。

【0079】この動作は繰り返し行われ、2次微分・方向平均回路194、～、2次微分・方向平均回路197から右下がり方向、主走査方向X、右上がり方向及び副走査方向Yの方向平均化2次微分信号 $S(7,7)$ 、 $S(7,6)$ 、…が順次出力される。

【0080】—エッジ強調信号 Se の作成—
データセクタ170～ラッチ175について説明する(図13参照)。2次微分・方向平均回路194、～、2次微分・方向平均回路197のラッチ169から出力された4方向の方向平均化2次微分信号 $S(7,7)$ は、データセクタ170でパラレル/シリアル変換され、加算器171及びラッチ172によって累積加算され ($S(7,7) + S(7,7) + S(7,7) + S(7,7) = \Sigma S(7,7)$)、加算結果 $\Sigma S7$ がラッチ167にラッチされる。各方向成分の加算結果が求められたので、シフタ174において桁合わせのためLSB方向に任意のビット数シフトさせる。これによって、方向成分を持たないエッジ強調信号 $Se(7,7)$ ($S(7,7) = \Sigma S(7,7) / 4$) が求められる。このエッジ強調信号 $Se(7,7)$ は、ラッチ175にラッチされる。この動作は繰り返し行われ、ラッチ175から方向成分を持たないエッジ強調信号 $Se(7,7)$ 、 $Se(7,6)$ 、…が順次出力される。

【0081】ここで、2次微分信号 S は、不感帯処理済みの1次微分信号 S' の傾きを表す。したがって、シャープ信号 S にノイズ成分が含まれていない場合(図5A(1)参照)には、この不感帯処理済みの1次微分信号 S' の凸部 $\varepsilon 4$ に対応する位置に狭い幅で上に凸及び下に凸の急峻な凹凸(図5A(6)の $\varepsilon 4$ 参照)の2次微分信号 S を得ることができる。また、凸部 $\varepsilon 5$ に対応する位置に狭い幅で下に凸及び上に凸の急峻な凹凸(図5A(6)の $\varepsilon 5$ 参照)の2次微分信号 S を得ることができる。この2次微分信号 S をさらに方向平均すると、多少なだらかになるが、2次微分信号 S の凹凸部 $\varepsilon 4$ に対応する位置に狭い幅で急峻な凹凸(図5A(7)の $\eta 4$ 参照)、凹凸部 $\varepsilon 5$ に対応する位置に狭い幅で急峻な凹凸(図5A(7)の $\eta 5$ 参照)の方向平均化2次微分信号

S を得ることができる。

【0082】一方、シャープ信号 S にノイズ成分が含まれている場合(図5B(1)参照)においても、この不感帯処理済みの1次微分信号 S' の凸部 $\varepsilon 4$ に対応する位置に狭い幅で上に凸及び下に凸の急峻な凹凸(図5B(6)の $\varepsilon 4$ 参照)の2次微分信号 S を得ることができる。また、凸部 $\varepsilon 5$ に対応する位置に狭い幅で下に凸及び上に凸の急峻な凹凸(図5B(6)の $\varepsilon 5$ 参照)の2次微分信号 S を得ることができる。この2次微分信号 S をさらに方向平均すると、多少なだらかになるが、2次微分信号 S の凹凸部 $\varepsilon 4$ に対応する位置に狭い幅で急峻な凹凸(図5B(7)の $\eta 4$ 参照)、凹凸部 $\varepsilon 5$ に対応する位置に狭い幅で急峻な凹凸(図5B(7)の $\eta 5$ 参照)の方向平均化2次微分信号 S を得ることができる。

【0083】この2次微分信号 S の凹凸部 $\varepsilon 4$ 、 $\varepsilon 5$ 及び方向平均化2次微分信号 S の凹凸部 $\eta 4$ 、 $\eta 5$ は、不感帯処理済み1次微分信号 S' の凸部 $\varepsilon 4$ 、 $\varepsilon 5$ 、1次微分信号 S' の凸部 $\gamma 4$ 、 $\gamma 5$ 、1次微分信号 S' の凸部 $\delta 4$ 、 $\delta 5$ 及びシャープ信号 S のエッジ部 $\alpha 4$ 、 $\alpha 5$ の位置にもそれぞれ対応する(図5A(1)、(2)、(3)、(4)、図5B(1)、(2)、(3)、(4)参照)。ここで、2次微分信号 S をさらに平均しているのは、2次微分信号 S に万一ノイズ成分による影響が残存している場合においてもこの影響を排除するためである。方向平均化2次微分信号 S により作成されたエッジ強調信号 Se は、強調済み信号作成回路10に与えられる。

【0084】—強調済み信号作成回路10、強調済み信号作成—

強調済み信号作成回路10は、図15に示すように、ルックアップテーブル176、～、ラッチ181及び減算器199を備えており、フィルタ処理済みシャープ信号 S とエッジ強調信号 Se との演算を行う。フィルタ処理済みシャープ信号 S は、ルックアップテーブル176、177及び減算器199に与えられる。エッジ強調信号 Se は、ルックアップテーブル176及び減算器199に与えられる。なお、このシャープ信号 S とエッジ強調信号 Se は、同じ注目画素のものである(例えば、 $S(7,7)$ と $Se(7,7)$)。

【0085】ルックアップテーブル176、177は、例えばROM等で構成されており、特性データを複数予め記憶した複数のテーブルを備えている。ルックアップテーブル176は、平均化されたシャープ信号 S とエッジ強調信号 Se を入力の関数として、複数のテーブルの内のいずれかのテーブルを選択し、選択されたテーブルの特性データを出力する。例えば、この特性データは、エッジ強調信号 Se の凹凸部 $\eta 4$ の上に凸の部分及び凹凸部 $\eta 5$ の上に凸の部分(図5A(7)、図5B(7)参照)に対しては負側に対して非常に大きくなるようにされている。エッジ強調信号 Se の凹凸部 $\eta 4$ の下に凸の部分及び凹凸部 $\eta 5$ の下に凸の部分に対しては正側に対して少し大きくなるようにされている。すなわち、ルックアップテ

ープル176から出力される比較結果は、エッジ強調信号 $\underline{Se''}$ を反転し ($-\underline{Se''}$)、反転したエッジ強調信号 $\underline{Se''}$ の負の部分を大きく、正の部分を小さくしたものになる。これは、明るい原稿の部分の走査したときのシャープ信号 \underline{S} のダイナミックレンジの余裕度が少なく、暗い原稿の部分の走査したときのダイナミックレンジの余裕度が大きいからである。

【0086】ルックアップテーブル177は、網点化信号作成用のものであり、平均化されたシャープ信号 \underline{S} を入力の関数として、特性データと比較する。ルックアップテーブル176から出力された比較結果、エッジ強調信号 $\underline{Se''}$ ($-\underline{Se''}$) と、ルックアップテーブル177から出力された比較結果、平均化されたシャープ信号 \underline{S} は、ラッチ178、179にそれぞれラッチされ、加算器180で加算される ($\underline{S}-\underline{Se''}$)。加算器180から出力された加算結果 ($\underline{S}-\underline{Se''}$)、すなわち強調済み信号 ($\underline{S}-\underline{Se''}$) は、ラッチ181にラッチされる。

【0087】ここで、シャープ信号 \underline{S} にノイズ成分が含まれていない場合 (図5 A(1)参照) には、平均化されたシャープ信号 \underline{S} のエッジ部 $\beta 4$ (図5 A(2)参照) 及びエッジ強調信号 $\underline{Se''}$ の凹凸部 $\eta 4$ (図5 A(7)参照) に対応する位置に狭い幅で下に大きな凸及び上に小さな凸の急峻な凹凸 (図5 A(8)の $\theta 4$ 参照) の強調済み信号 ($\underline{S}-\underline{Se''}$) を得ることができる。また、エッジ部 $\beta 5$ 及び凹凸部 $\eta 5$ に対応する位置に狭い幅で上に小さな凸及び下に大きな凸の急峻な凹凸 (図5 A(8)の $\theta 5$ 参照) の強調済み信号 ($\underline{S}-\underline{Se''}$) を得ることができる。

【0088】一方、シャープ信号 \underline{S} にノイズ成分が含まれている場合 (図5 B(1)参照) においても、平均化されたシャープ信号 \underline{S} のエッジ部 $\beta 4$ (図5 B(2)参照) 及びエッジ強調信号 $\underline{Se''}$ の凹凸部 $\eta 4$ (図5 B(7)参照) に対応する位置に狭い幅で下に大きな凸及び上に小さな凸の急峻な凹凸 (図5 B(8)の $\theta 4$ 参照) の強調済み信号 ($\underline{S}-\underline{Se''}$) を得ることができる。また、エッジ部 $\beta 5$ 及び凹凸部 $\eta 5$ に対応する位置に狭い幅で上に小さな凸及び下に大きな凸の急峻な凹凸 (図5 B(8)の $\theta 5$ 参照) の強調済み信号 ($\underline{S}-\underline{Se''}$) を得ることができる。したがって、輪郭が狭い幅で強調されることになる。この強調済み信号 ($\underline{S}-\underline{Se''}$) の凹凸部 $\theta 4$ 、 $\theta 5$ は、2次微分信号 $\underline{S''}$ の凹凸部 $\zeta 4$ 、 $\zeta 5$ 、不感帯処理済み1次微分信号 $\underline{S'}$ の凹凸部 $\varepsilon 4$ 、 $\varepsilon 5$ 、1次微分信号 $\underline{S'}$ の凹凸部 $\gamma 4$ 、 $\gamma 5$ 、1次微分信号 $\underline{S'}$ の凹凸部 $\delta 4$ 、 $\delta 5$ 及びシャープ信号 \underline{S} のエッジ部 $\alpha 4$ 、 $\alpha 5$ の位置にもそれぞれ対応する (図5 A(1)、(3)、(4)、(5)、(6)、図5 B(1)、(3)、(4)、(5)、(6)参照)。

【0089】なお、エッジ強調信号 $\underline{Se''}$ とともに対応する画素のシャープ信号 \underline{S} をルックアップテーブル176に与えるようにしたのは、両信号によって入力データが増加し、この入力データを関数とすることによって強調済み信号 ($\underline{S}-\underline{Se''}$) の凹凸部 $\theta 4$ 、 $\theta 5$ の形状を種々

に変えることができるからである。特性データの値を変えることによって、例えば図16に示すように、強調済み信号 ($\underline{S}-\underline{Se''}$) の凹凸部 $\theta 4$ 、 $\theta 5$ の高さ、幅を自在に変えることができ、また、その曲線の形状も自在に変えることができる。また、主走査方向X及び副走査方向Yと、右下がり方向及び右下がり方向の距離の差 (2の平方根) の修正を行うこともできる。

【0090】一方、減算器199では、単純に減算が行われ強調済み信号 ($\underline{S}-\underline{Se''}$) が作成される。この強調済み信号 ($\underline{S}-\underline{Se''}$) では、ルックアップテーブル176で行った処理をすることはできないが、狭い幅で輪郭強調を行うことができる。

【0091】なお、本発明の他の実施例として、図17(1)に示すように、シャープ信号 \underline{S} を平均化せず、そのままディレイ回路12を介して強調済み信号作成回路10に与え、強調済み信号 ($\underline{S}-\underline{Se''}$) を作成するようにしてもよい。この場合には、ディレイ回路12で主走査方向に7ライン分遅延を増加するようにすればよい。また、図17(2)に示すように1次微分信号作成回路4から出力された1次微分信号 $\underline{S'}$ を直接エッジ強調信号作成回路8に与えるようにしてもよい。

【0092】また、 15×15 のマスク、 3×3 のマスクで平均するようにしたが、他の大きさ、他の形状のマスクで平均するようにしてもよい。また、単純平均するようにしたが、加重平均するようにしてもよい。

【0093】また、4方向に方向微分するようにしたが、2方向の方向微分で実施するようにしてもよい。

【0094】さらに、1次微分信号作成回路4において1次微分信号 $\underline{S'}$ をさらに平均して1次微分信号 $\underline{S'}$ を作成したが、ここでは平均化しないようにして、1次微分信号作成回路4から1次微分信号 $\underline{S'}$ を出力するようにしてもよい。

【0095】

【発明の効果】請求項1の輪郭強調方法及び請求項4の輪郭強調装置においては、シャープ信号及び注目画素の所定の範囲の周辺の周辺画素のシャープ信号をフィルタ処理して、注目画素におけるフィルタ処理済みシャープ信号を作成し、フィルタ処理済みシャープ信号を所定の方向に方向微分して、注目画素における1次微分信号を作成し、1次微分信号を再度所定の方向に方向微分して、注目画素における2次微分信号を作成し、各方向における2次微分信号を平均してエッジ強調信号を作成し、フィルタ処理済みシャープ信号とエッジ強調信号とを演算して、注目画素における強調済み信号を作成するようにしている。

【0096】したがって、強調済み信号には、画像の暗から明へ及び明から暗への変化部の両端にピークができる。しかも、変化部の傾きも急峻で、かつ、段差を有することがないので、ノイズの強調を防止し、輪郭強調の度合いを低下させることなく、しかも、2重・3重に輪

郭が生じることがない。

【0097】請求項2の輪郭強調方法及び請求項5の輪郭強調装置においては、シャープ信号及び注目画素の所定の範囲の周辺の周辺画素のシャープ信号をフィルタ処理して、注目画素におけるフィルタ処理済みシャープ信号を作成し、フィルタ処理済みシャープ信号を所定の方向に方向微分して、注目画素における1次微分信号を作成し、1次微分信号を不感帯処理し、注目画素における不感帯処理済みの1次微分信号を作成し、不感帯処理済みの1次微分信号を再度所定の方向に方向微分して、注

目画素における2次微分信号を作成し、各方向における2次微分信号を平均してエッジ強調信号を作成し、シャープ信号又はフィルタ処理済みシャープ信号とエッジ強調信号とを演算して、注目画素における強調済み信号を作成するようにしている。

【0098】したがって、2次微分信号にノイズ成分が含まれたとしても、このノイズ成分は除去され、耐ノイズ性が向上される。

【0099】請求項3の輪郭強調方法及び請求項6の輪郭強調装置は、請求項1又は請求項2の輪郭強調方法及び請求項4又は請求項5のものにおいて、フィルタ処理済みシャープ信号を方向微分したものを、さらに所定の方向に方向平均して注目画素における1次微分信号とするようにしている。

【0100】したがって、1次微分信号にノイズ成分が含まれたとしても、このノイズ成分は除去され、耐ノイズ性が向上される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の輪郭強調装置を示す図である。

【図2】平均化するためのマスクを示す図である。

【図3】フィルタ処理回路2の具体的回路を示す図である。

【図4】ラインバッファ104を示す図である。

【図5】フィルタ処理回路2、1次微分信号作成回路4、不感帯処理回路6、エッジ強調信号作成回路8、強調済み信号作成回路10の出力する各信号の波形を示す図である。

【図6】方向微分・方向平均するためのマスクを示す図である。

【図7】1次微分信号作成回路4の具体的回路を示す図である。

【図8】ラインバッファ120を示す図である。

【図9】方向平均回路190の具体的回路を示す図である。

【図10】不感帯処理回路6の具体的回路を示す図である。

【図11】不感帯処理済みの1次微分信号 S'_{Δ} の他の波形を示す図である。

【図12】ディレイ回路12の具体的回路を示す図である。

【図13】エッジ強調信号作成回路8の具体的回路を示す図である。

【図14】2次微分・方向平均回路194の具体的回路を示す図である。

【図15】強調済み信号作成回路10の具体的回路を示す図である。

【図16】強調済み信号 $(S - Se'')$ の他の波形を示す図である。

【図17】本発明の他の実施例の輪郭強調装置を示す図である。

【図18】従来の輪郭強調装置を示す図である。

【図19】図18の動作を説明するための各信号の波形図である。

【図20】従来の他の輪郭強調装置を示す図である。

【図21】図20の動作を説明するための各信号の波形図である。

【図22】従来の他の輪郭強調装置を示す図である。

【図23】図22の動作を説明するための各信号の波形図である。

【符号の説明】

2…フィルタ処理回路

4…1次微分信号作成回路

6…不感帯処理回路

8…エッジ強調信号作成回路

10…強調済み信号作成回路

12…ディレイ回路

S…シャープ信号

S フィルタ処理済みシャープ信号

S' , S'_{Δ} …1次微分信号

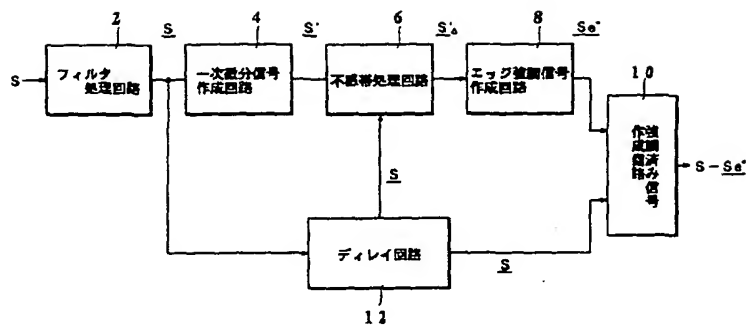
S'_{Δ} …不感帯処理済みの1次微分信号

S'' , S'' …2次微分信号

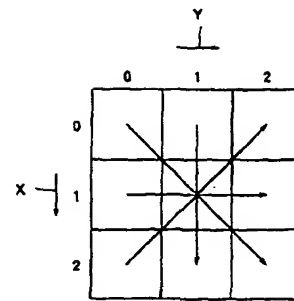
Se'' …エッジ強調信号

$(S - Se'')$ …強調済み信号

【図1】

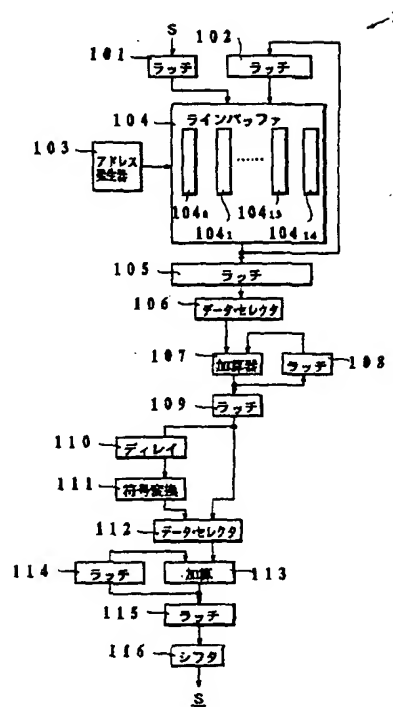
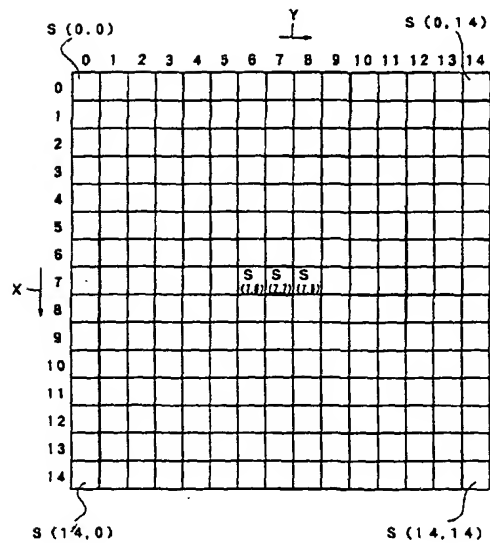


【図6】

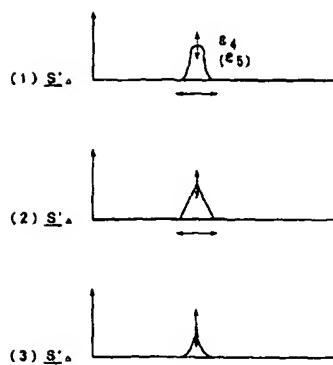


【図2】

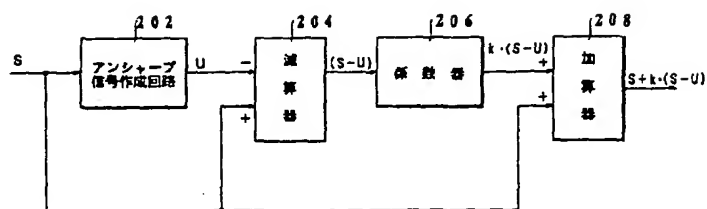
【図3】



【図11】



【図18】



【図4】

104

S (X, Y)

Y

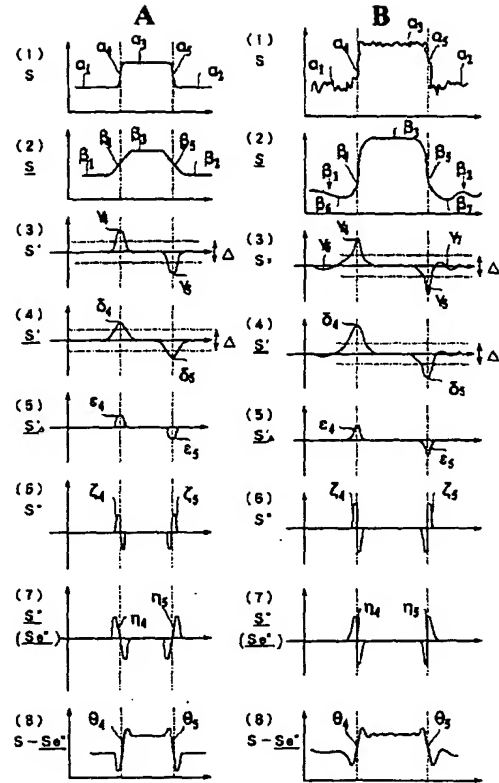
アドレス 1040 1041 10413 10414

0	S (0, 0)	S (0, 1)	-----	S (0, 13)	S (0, 14)
1	S (1, 0)	S (1, 1)	-----	S (1, 13)	S (1, 14)

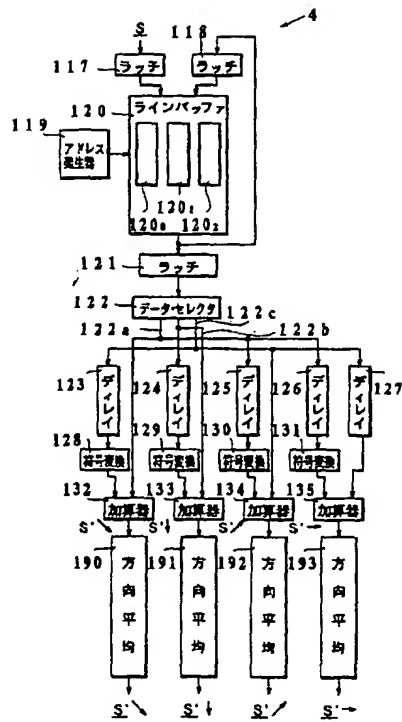
64K-2	S (64K-2, 0)	S (64K-2, 1)	-----	S (64K-2, 13)	S (64K-2, 14)
64K-1	S (64K-1, 0)	S (64K-1, 1)	-----	S (64K-1, 13)	S (64K-1, 14)

X

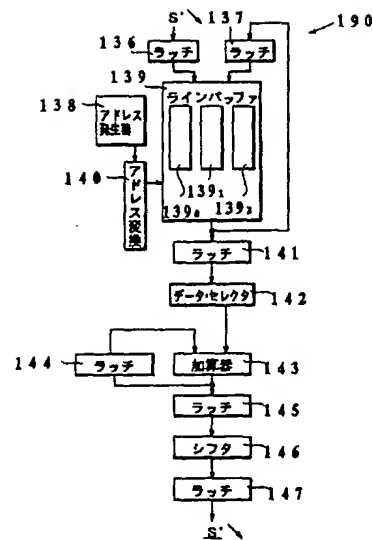
【図5】



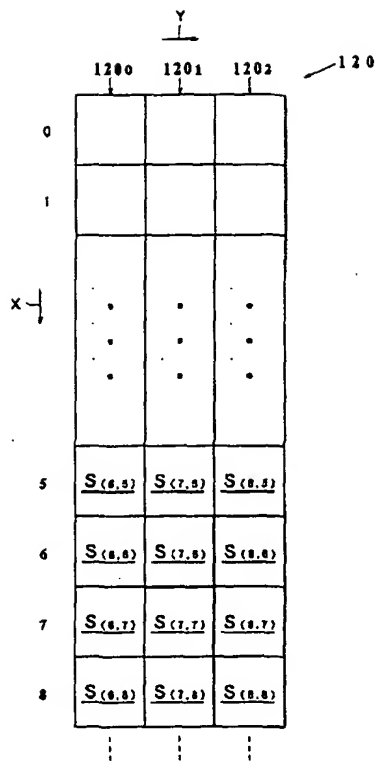
【図7】



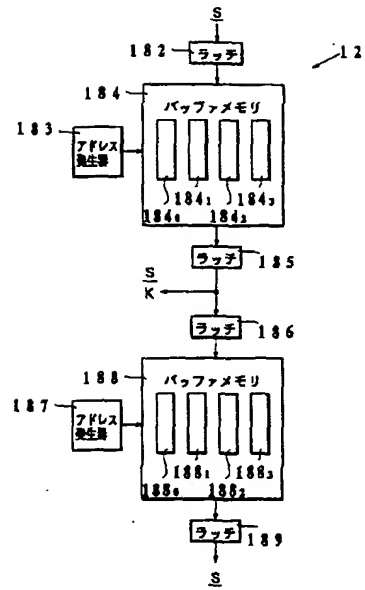
【図9】



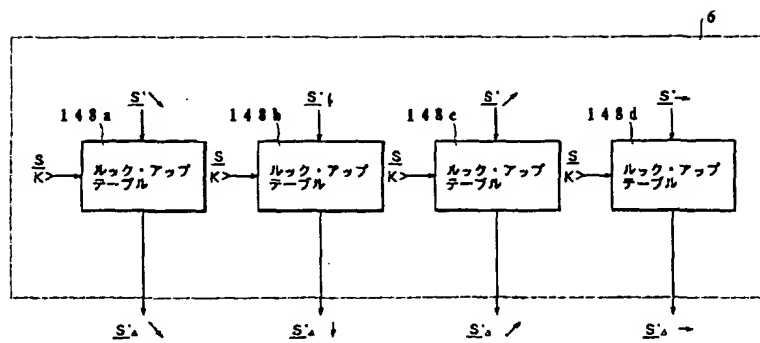
【図8】



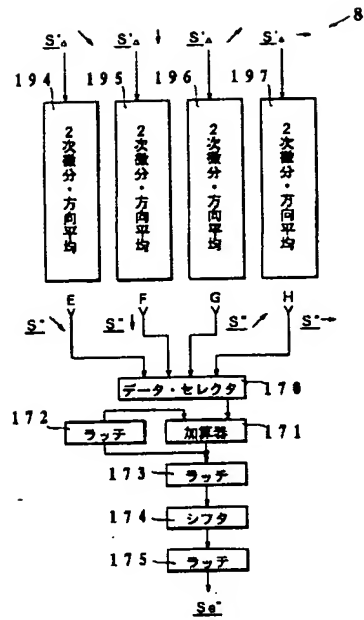
【図12】



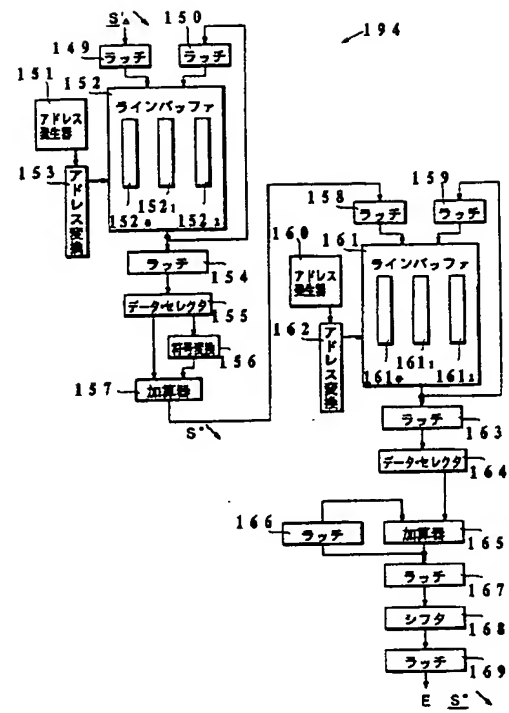
【図10】



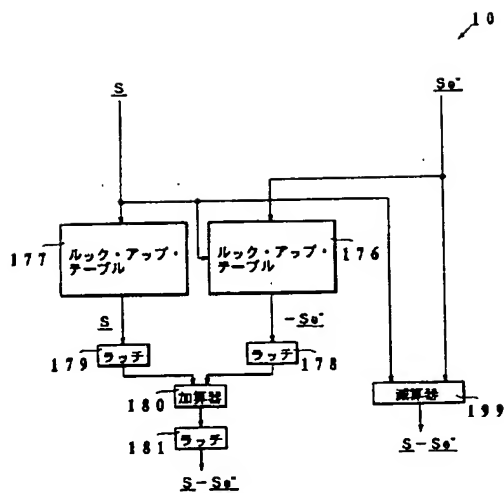
【図13】



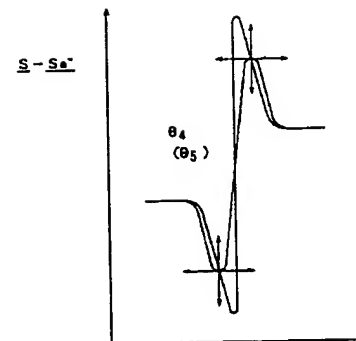
【図14】



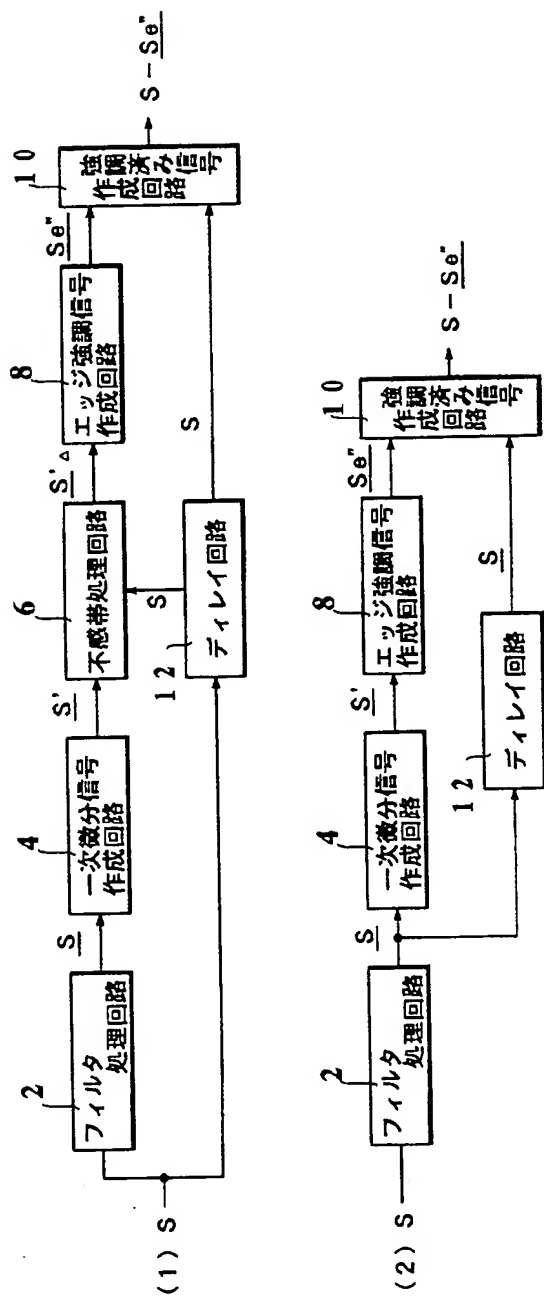
【図15】



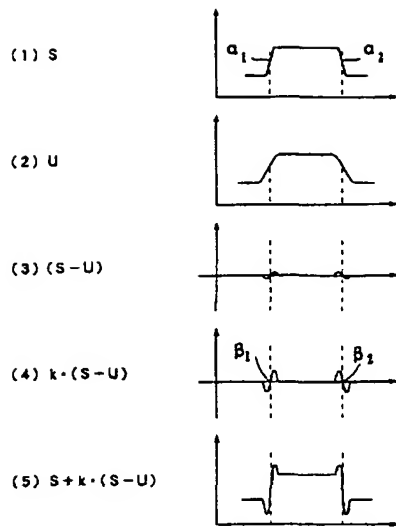
【図16】



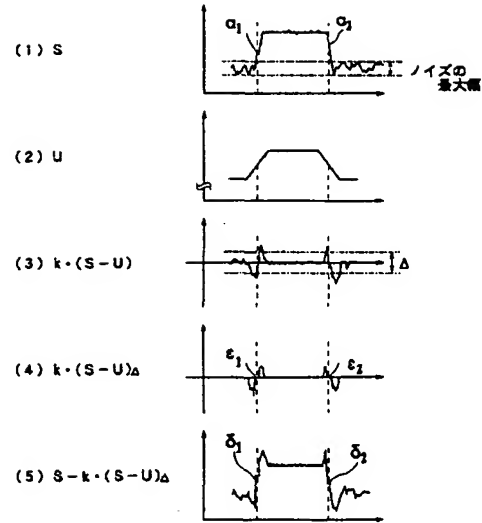
【図17】



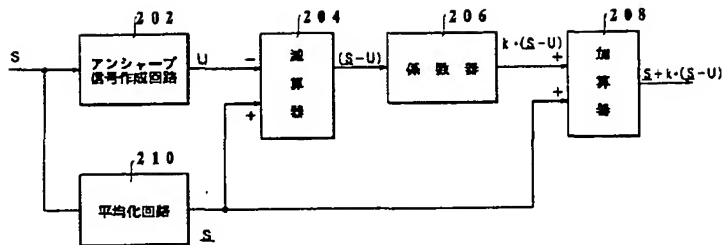
【図19】



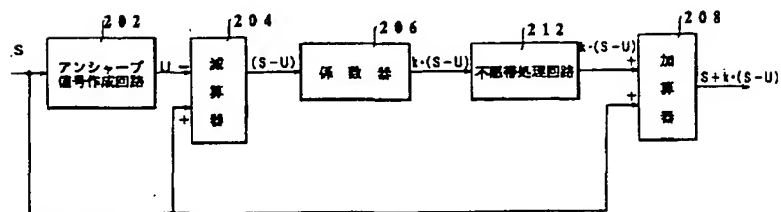
【図23】



【図20】



【図22】



【図 2 1】

